

不同植被度人工草地在暴雨下土壤侵蚀规律的研究

高玉凤¹, 张治国^{2*}

(1. 山西大学黄土高原研究所, 山西太原 030006; 2. 山西省水土保持科学研究所, 山西太原 030045)

摘要 [目的]为了对人工草地不同植被度在暴雨条件下的产流产沙过程进行研究。[方法]采用野外人工模拟降雨试验。[结果]不同植被度对产流产沙过程均有明显的削减作用,其作用随植被度的增加而增加,呈正相关。[结论]该研究为进一步研究人工草地覆盖防止水土流失的机理研究拓展思路,为更有效防止水土流失及制定水土保持措施具有重要意义。

关键词 植被度;人工草地;暴雨;产流产沙;规律

中图分类号 S152.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)30-11994-02

Study on Law of Soil Erosion under Different Vegetation Degree of Artificial Pasture by Heavy Rain

GAO Yu-feng et al (Research Institute on Loess Plateau of Shanxi University, Taiyuan, Shangxi 030006)

Abstract [Objective] The research aimed to study the runoff and sediment yield process of artificial pasture of different vegetation in the heavy rain. [Method] The field artificial rainfall simulation experiment was carried out. [Result] The degrees of vegetation had obvious reduction effect on runoff and sediment yield process. The reduction effect increased with the increase of the vegetation degrees, and had positive correlation. [Conclusion] The research developed the idea of further study the mechanism of artificial pasture coverage to prevent soil erosion. It had great significance to effective prevention of soil erosion and the conservation measures of water and soil.

Key words Vegetation degree; Artificial pasture; Heavy rain; Generation of runoff and sediment; Law

在黄土高原,造林种草增加地面植被,是防治水土流失的重要措施之一。关于植被防止水土流失的作用,国内外已有不少的研究成果。在黄土丘陵沟壑区晋西王家沟流域进行的研究表明,在陡坡地(18°~30°)退耕种草后,年土壤侵蚀量减少77.6%;与农地相比,在27°的天然草地、5年生沙打旺草地、9年生刺槐林地和多年生柠条灌木林地4种植被类型的流失量径流分别减少13.3%、81.5%、86.1%和99.6%,泥沙分别减少60.8%、94.7%、98.5%和99.9%。黄土高原地貌的水蚀过程均为超渗产流,即降雨强度超过土壤入渗强度时就开始产生地面径流,形成水蚀。在降雨过程中,雨水入渗越多,径流越少,反之径流越多,冲刷越严重,其径流和入渗的关系呈反比。研究不同地类在暴雨下土壤侵蚀规律,对防止水土流失、制定水土保持措施都有重要意义。过去利用定位径流小区观测,因受天然降雨的限制,缺乏不同植被度人工草地在暴雨下的土壤侵蚀规律成果,笔者对在土壤、坡度、植被类型相同条件下不同植被度土壤侵蚀规律作初步研究。

1 材料与方法

1.1 试验小区布设 试验区地面坡度为22°,土壤为离石黄土(Q₂)。试验小区水平投影面积为2 m×5 m,用混凝土板作边界,下方设集水池观测径流、泥沙。

1号小区为裸地,2、3、4、5号小区分别为20%、40%、60%、80%不同植被度人工草地。区内种植聚合草(*S. asperum*)。植被度由区内植草密度来控制,采用方格法进行测定。在降雨期间,牧草株高30~40 cm,地面枯叶层比天然草地差。

1.2 人工模拟降雨试验装置 人工模拟降雨试验装置采用加拿大倒“L”型人工降雨装置。该装置采用美国 SPRACO

锥形喷嘴向下喷洒,喷嘴距地面高度4.57 m。当供水压力为67 kPa时,水滴中数直径为2.4 mm。2台降雨装置对喷有效面积为2.0 m×2.5 m,雨强为1.21 mm/min,总动能为0.75 J/(m²·s),约为等量天然降雨量的90%。该试验区面积为2 m×5 m,用4台降雨装置对喷,平均雨强为1.21 mm/min,降雨均匀度为0.86。

1.3 试验方法 人工模拟降雨试验因有效受雨面积较小,对风很敏感,降雨时若遇刮风,降雨均匀度和雨强就会受到影响,因而应尽量选在无风天气。

试验前,测定表土含水量,然后开机降雨。在4台降雨机的雨滴同时到达地面的一瞬间,打开秒表记时,然后记录产生径流时间,之后每隔2 min用水桶测径流量,同时采用烘干法测定水样含沙量。每次降雨时间为30 min。试验区边界上设置5个雨量筒。试验结束时,分别量取降雨量,取平均值作为该次降雨量。

1.4 试验区基本情况 试验区的土壤、气候在晋西黄土丘陵沟壑区有较好的代表性。当地多年平均降水量为475.2 mm,7、8月降水量占年降水量的46.6%,年平均气温为9.0℃,大于10℃的积温为3 300℃,植物生长与降雨季节相吻合。

2 结果与分析

2.1 不同植被度人工草地的径流、泥沙量 根据王家沟流域35年暴雨资料,求得当地短历时暴雨雨强、历时和频率曲线。试验雨型均为百年一遇暴雨^[1]。在这种暴雨条件下,不同植被度人工草地的产流时间、径流量和土壤侵蚀量差异很大。由表1可知,在平均雨强为1.2 mm/min情况下,裸地小区1.2 min就产生径流,植被度为20%、40%、60%、80%小区产生径流的时间分别为3.5、2.5、3.0、10.0 min。从表1还可以看出,不同植被度人工草地都具有一定的拦蓄能力。裸地小区土壤侵蚀模数是植被度为60%、80%小区的7.6、53.6倍。也就是说,将裸地种植牧草,当植被度达到80%时,径流

作者简介 高玉凤(1989-),女,山西吕梁人,硕士研究生,研究方向:水土保持与荒漠化防治。*通讯作者,高级工程师,从事土壤侵蚀规律及流域治理方面的研究。

收稿日期 2013-09-23

量减少 95.95%, 土壤侵蚀减少 98.13%。这充分显示人工草地在暴雨中防止水土流失的作用。

表 1 不同植被度人工草地人工降雨试验成果表

小区编号	坡度	植物	植被度 %	土质	降雨		流失量		产流时间 min	清水径流系数 %
					雨量 // mm	雨强 // mm/min	径流深 // mm	侵蚀量 // t/km ²		
1	22	裸地	0	离石黄土	37.1	1.24	19.99	514.34	1.2	53.6
2	22	聚合草	20	离石黄土	29.7	0.99	10.24	210.41	3.5	33.7
3	22	聚合草	40	离石黄土	38.2	1.27	7.99	158.73	2.5	20.7
4	22	聚合草	60	离石黄土	37.7	1.26	2.80	67.71	3.0	7.2
5	22	聚合草	80	离石黄土	37.9	1.26	0.90	9.60	10.0	2.4

2.2 植被度对初损值的影响 在降雨开始后, 植物枝叶先对雨滴进行截留。枝叶的截留具有削减雨滴动能和吸收雨水的多重作用。雨水经过枝叶分散后落到地面, 供土壤吸收。随着降雨历时的延长, 当降雨强度大于土壤入渗强度时, 即地面出现径流(即超渗产流)。从降雨开始到地面产流这段时间的降雨被称为初损雨量(简称初损值)。在同样的降雨条件下, 不同植被度的初损值有很大的差异。初损值随着植被度的增加而增加的趋势十分明显。采用人工模拟降雨装置进行试验。由表 2 可知, 当降雨强度为 1.2 mm/min 时, 植被度对增加初损值有良好作用。就平均初损值来说, 植被度从 20% 增加到 80%, 其初损值是裸地的 2.0~8.4 倍。

表 2 不同植被度降雨初损值统计

小区编号	植被情况	初损时间	初损值	损失量
		mm	mm	m ³ /hm ²
1	裸地	1.2	1.5	15
2	植被度 20%	2.5	3.0	30
3	植被度 40%	3.5	4.4	44
4	植被度 60%	6.0	7.6	76
5	植被度 80%	10.0	12.6	126

2.3 植被度对产流产沙过程的影响 图 1 和图 2 是由人工模拟降雨试验资料经过统计分析而得到的不同植被度试验小区的产流产沙过程线。试验时, 有效降雨历时为 30 min, 平均降雨强度为 1.2 mm/min。

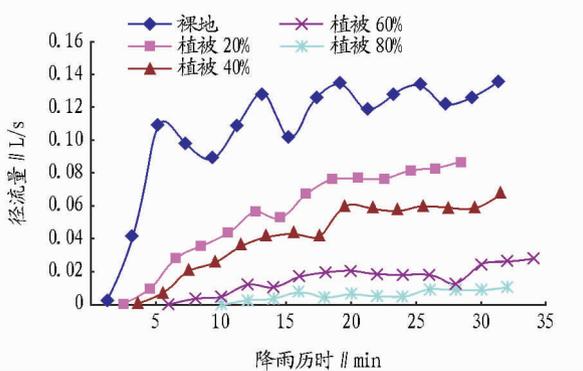


图 1 不同植被度产流过程线

由图 1、2 可知, 在降雨后 5~10 min 内, 裸地径流量和土壤侵蚀量急剧增大, 而植被区的径流量和土壤侵蚀量增加较缓慢, 体现出植被的截留作用, 其作用与植被度呈正相关。各时段裸地径流量增加的速率最大, 而植被区随着植被度的增加而减缓。这说明当植被区地面糙度不同时, 削减流速和增加土壤入渗的作用也各不相同。产沙过程与产流过程的

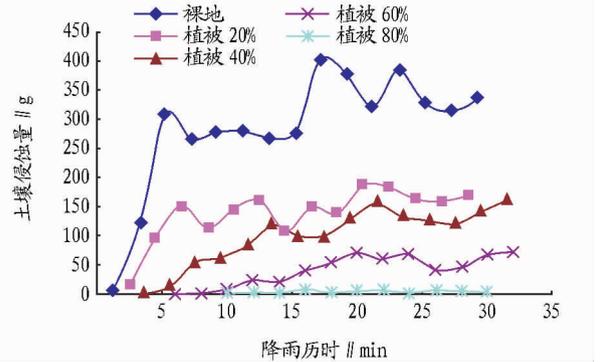


图 2 不同植被度土壤侵蚀过程线

趋势基本一致。在裸地试验区, 侵蚀过程变幅较大; 而在植被试验区, 侵蚀过程的变幅较平缓。这反映地面植被对侵蚀的影响^[2]。

为了说明植被对土壤侵蚀过程的影响, 首先对裸地土壤侵蚀加以说明。据试验研究资料, 在无植被的地面上, 降雨 10 min 左右土壤侵蚀就出现高峰, 之后呈时起时伏的侵蚀过程。这是坡地降雨径流侵蚀过程的一般规律, 即在降雨产流初期径流量和土壤侵蚀量同步增加, 约 10 min 以后达到高峰, 之后径流量和土壤侵蚀量均产生较大幅度的变化。对 30 min 降雨试验资料进行统计, 可知降雨前 10 min 的土壤侵蚀量占总土壤侵蚀量的 22.1%~26.3%。随着地面细沟的出现, 侵蚀过程将出现不同的峰和谷。

植被试验区地面覆盖度有些部位高(植株处), 有些部位低(植株之间), 有些地面部位则无覆盖。与裸地相比, 植被试验区各部位所受的降雨、径流侵蚀力不同。当水流流经无植被地面部位时, 水流含水量可能增加, 流经有植被地面部位时, 在植被的拦截作用下含水量可能减少。所以, 在汇流过程中, 草地径流会出现时大时小的情况。植被试验区侵蚀过程线较平缓, 且呈上升趋势, 主要是随着降雨侵蚀时间的延长, 植物、表土层趋于饱和状态, 其防蚀作用逐渐减弱, 侵蚀量相对增加。这说明植物防蚀作用可能有一定的限度。这个限度因降雨性能、下垫面条件不同而异。

3 结语

野外人工模拟降雨试验研究分析了在同一植被类型、相同降雨条件下不同植被度对产流产沙的影响。研究表明, 草地防止水土流失的作用与覆盖度的大小呈正相关。该项研究为进一步研究人工草地覆盖以防止水土流失的机理研究

表 3 ETM + 影像对象的最大似然法分类结果

类型	园地	耕地	林地	草地	其他土地	水域	建筑用地	User. Acc./%
园地	70.10	2.39	7.01	5.17	0.50	0.17	0	74.74
耕地	13.40	82.20	0	6.28	4.83	6.63	10.77	74.83
林地	5.15	0	88.02	3.00	9.10	2.21	0	91.25
草地	8.62	3.41	4.34	61.38	21.09	0.17	0	55.25
其他土地	2.73	0	0	21.51	52.73	0	5.73	61.95
水域	0	0.34	0.21	0	0	76.87	1.61	87.94
建筑用地	0	11.67	0.42	2.65	11.74	13.95	81.89	78.83

总体精度:76.47%, Kappa 系数:0.715 7

表 4 航空影像对象的最大似然法分类结果

类型	旱地	水浇地	草地	有林地	水田	园地	坑塘水面	农村居民点	其他用地	沟渠	User. Acc./%
旱地	64.15	0	4.25	0	2.22	0	0	0	1.67	0	91.80
水浇地	0	78.57	0	0	0	2.19	0	3.57	0.17	0	75.45
草地	12.19	1.79	78.46	11.47	1.30	8.78	0	0	0.22	3.76	53.09
有林地	0.25	0.48	6.87	81.50	5.47	15.67	2.53	5.38	3.84	0.07	66.02
水田	21.44	0	0	1.96	85.35	0.62	0	0	0.11	0	85.03
园地	0	0	3.55	1.43	2.25	66.73	0	4.70	3.72	0	72.82
坑塘水面	0	0	2.26	0	0	0	96.68	0.44	0	0.89	96.42
农村居民点	1.83	14.40	0.82	2.36	0.37	0.15	0.79	83.99	5.73	3.69	90.44
其他土地	0.15	4.76	3.78	1.28	3.03	5.85	0	1.92	84.55	0.02	64.39
沟渠	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91.57	100.00

总体精度:81.59%, Kappa 系数:0.788 4

4 结论

该研究重点描述了以遥感影像分析为目的的基于梯度尺度空间的分水岭分割方法。该方法针对分水岭分割方法“过分割”的缺陷,首先从预处理方面研究了去除过分割的方法,接着通过一系列尺度参数构建多尺度的梯度空间,对不同尺度的梯度图像进行分水岭分割,最后得到多尺度的分割对象,在有效抑制影像过分割现象的同时,有效地解决了不同尺度对象之间的因果关联问题,构建了良好影像多尺度层次结构,为多尺度土地利用覆盖分类提供有效机制。最后选用分辨率为 1 m 的航空数字影像数据和 15 m 的 ETM + 多光谱影像为数据源,结合基于梯度尺度空间的多尺度分割方法和面向对象影像分析方法,对研究区影像进行多尺度分割和分类试验,并进行相应的分类结果评价,验证了该方法在面向对象影像分类中的适用性和有效性。

(上接第 11995 页)

拓展了思路,对更有效地防止水土流失及制定水土保持措施具有重要意义。

参考文献

- [1] 章毓晋. 图像工程 II. 图像分析[M]. 北京:清华大学出版社,2005.
- [2] 刁智华,赵春江,郭新宇,等. 分水岭算法的改进方法研究[J]. 计算机工程,2010,36(17):4-6.
- [3] XIAOYING J. Segmentation - based image processing system[M]. Google Patents,2007.
- [4] BEUCHER S, LANTU JOUL C. Use of watersheds in contour detection[J]. Pattern Recognition,1979,21(5):462-476.
- [5] MEYER F. Topographic distance and watershed lines[J]. Signal Processing,1994,38(1):113-125.
- [6] 孔刚,张启衡. 复杂背景下扩展目标多尺度小波分割策略[J]. 光电子激光,2004,15(2):216-220.
- [7] 黄慧萍. 面向对象影像分析中的尺度问题研究[D]. 北京:中国科学院遥感应用研究所,2003.
- [8] 王小鹏,郝重阳,樊养余. 基于形态学尺度空间和梯度修正的分水岭分割[J]. 电子与信息学报,2006(3):485-489.
- [9] VINCENT L, SOILLE P. Watersheds in digital spaces; An efficient algorithm based on immersion simulations[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence,1991,13(6):583-598.

参考文献

- [1] 张治国,张根锁. 晋西黄土丘陵沟壑区王家沟流域短历时暴雨分析[J]. 水土保持研究,2004,11(5):8-9.
- [2] 马绍嘉,蔡强国. 不同地貌侵蚀产沙差异的试验研究[M]. 北京:科学出版社,1992:86-93.